

# TEKNOLOGIFORSTÅELSE

1. KLASSE MATEMATIK

## Polygoners geometriske egenskaber



KØBENHAVNS  
PROFESSIONS  
HØJSKOLE



LÆRE  
MIDDEL  
ØDK



VIA University  
College



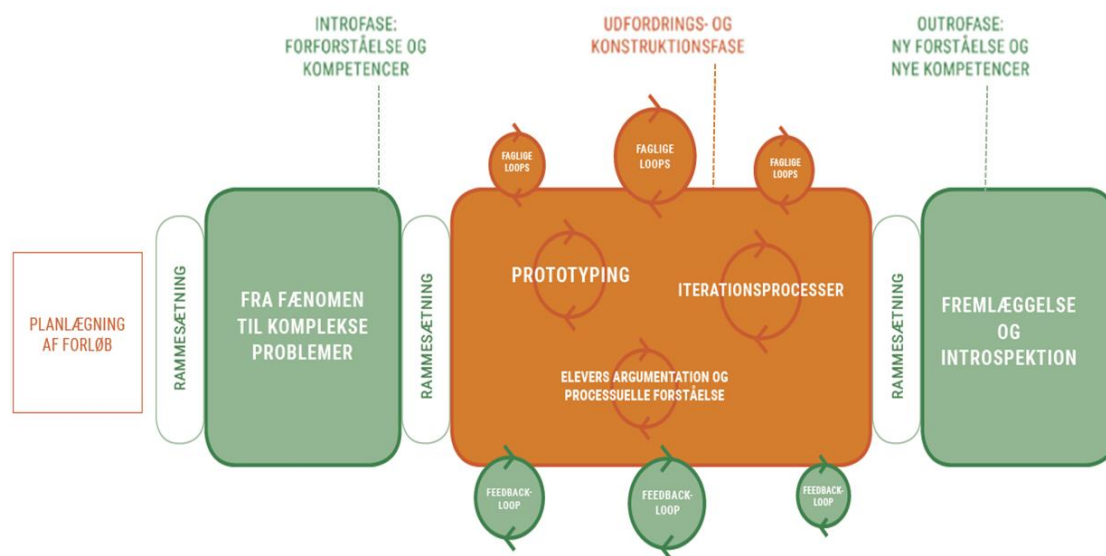
# INDHOLDSFORTEGNELSE

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Forløbsbeskrivelse</b> .....                                      | <b>3</b>  |
| 1.1      | Beskrivelse .....  | 3         |
| 1.2      | Rammer og praktiske forhold .....                                    | 4         |
| <b>2</b> | <b>Mål og faglige begreber</b> .....                                 | <b>5</b>  |
| <b>3</b> | <b>Forløbsnær del</b> .....  | <b>7</b>  |
| 3.1      | Introfase: Forforståelse og kompetencer .....                        | 7         |
| 3.2      | Fagligt loop: Sømbret og Geoboard .....                              | 8         |
|          | Bee-bot og polygoner .....   | 10        |
| 3.3      | Udfordrings- og konstruktionsfase .....                              | 13        |
| 3.4      | Feedbackloops .....  | 14        |
| 3.5      | Outrofase: Konstruktion af figurer med sammenfaldne egenskaber ..... | 14        |
| <b>4</b> | <b>Perspektivering</b> .....   | <b>16</b> |
| 4.1      | Evaluering .....   | 16        |
| 4.2      | Progression .....  | 16        |
| 4.3      | Differentieringsmuligheder .....                                     | 17        |

# 1 Forløbsbeskrivelse

Forløbet er bygget op over det didaktiske format for prototyperne med en introducerende del, en mere undersøgende/eksperimenterende del og en outro-del med opsamlinger og evalueringer, se figur 1.

Figur 1: Forløbsmodel for prototyperne



Forløbet bør integreres i den eksisterende matematikundervisning med det formål, at eleverne oplever, at teknologien kan understøtte udvikling af matematiske færdigheder, viden og kompetencer.

## 1.1 Beskrivelse

Eleverne skal gennem dette forløb anvende Bee Bots eller andre robotter til at arbejde med egenskaber ved figurer i planen inden for stofområdet geometri. Aktiviteterne integrerer robotterne i arbejdet med at udvikle færdigheder, viden og kompetencer inden for geometriske egenskaber i plangeometri. Forløbet bygger videre på det kendskab til robotter, som eleverne stiftede bekendtskab med i den første prototype.

Eleverne vil i introduktionsfasen arbejde med grundlæggende geometri i forhold til at skabe en forståelse for forskellige geometriske former, herunder kendetegn og egenskaber. Her vil eleverne ved hjælp af QR-koder med link til videoer begynde at få en forståelse for sammenhængen mellem sider/kanter og hjørne i forskellige polygoner.

Dernæst skal eleverne arbejde med sømbræt både analogt (sømbræt eller sømbrætpapir) og digitalt (Geoboard). Her ser eleverne billeder af hverdagsting med geometriske former, som de skal prøve at lave formen af på de forskellige sømbrætter. Her kan der tales om, hvilke muligheder og forskelle der

er ved henholdsvis et analogt vs. digitalt sømbræt. Herefter laver eleverne opgaver til hinanden, hvor de laver en tegning på sømbrætpapir bestående af forskellige polygoner, som en klassekammerat derefter skal lave digitalt i appen Geoboard. Dette vil også kunne udføres ud fra en algoritmisk tankegang, hvor eleverne instruerer hinanden.

Herefter arbejder eleverne med polygoner og skal arbejde med at programmere robotter hen på forskellige polygoner opsat i et gitterfelt. Her arbejder eleverne med, hvilke egenskaber polygonerne har tilfælles og figurerens forskellige egenskaber. Afslutningsvis skal eleverne selv konstruere polygoner med forskellige egenskaber.

### **Produkt:**

Produktet knytter sig primært til udviklingen af elevernes kompetencer og materialiserer sig i programmering af Bee-bot'ens bevægelser.

## **1.2 Rammer og praktiske forhold**

### **1.2.1 Samlet varighed**

- 10-15 lektioner svarende til 2-3 uger -afhængigt af brugen af faglige loops.

### **1.2.2 Materialer**

- Arbejdsark: QR-koder Polygoner (A1), Hverdagsbilleder af polygoner (A2), Simple polygoner (A3), Trekanter og firkanter (A4), Polygon med kodning (A5), Polygon med kodning (blank)(A6) og Egenskabskort (A7). De enkelte arbejdsark med gitternet til Bee Bots printes i A3, de tapes derefter sammen til et gitternet i fuld størrelse, som Bee Botten kan gå på. Alternativt kan en måtte med lommer eller en transparent voksdug lægges over.
- Adgang til robotter som fx Bee Bots eller andre robotter fx Kubo. Dog skal der tages højde for afstanden mellem de enkelte polygoner, hvis andre robotter introduceres.
- Geobard – digitalt sømbræt
- Sømbræt

Introduktion til Bee Bots kan ske via:

- MitCFU VIA - vejledning til brug af Bee Bot: [mitcfu.dk/pv/viacfu99872754.pdf](http://mitcfu.dk/pv/viacfu99872754.pdf)

Kontakt evt. jeres CFU Udlån, hvis skolen ikke har robotter. De har Bee Bots til udlån

### **1.2.3 Tværfaglighed**

Dette forløb egner sig i til tværfagligt samarbejde med natur/teknologi og særligt prototypen ”Bee-bot’en og biernes sprog”, hvor Bee-bot’en også er central. Det vil ligge lige for at slå timerne sammen, hvis en lærer har klassen både i matematik og i natur/teknologi.

Det er desuden oplagt at lave forløbet med billedkunst og særligt prototypen ”Mønster og form”, idet de to fag har en fælles interesse i at klæde eleverne på til at arbejde med geometriske figurer og gøre erfaringer med at programmere analogt og digitalt. Forståelse for mønstre er grundlaget for en

forståelse af tilgangen til algoritmer, hvor billedkunst og matematik har forskellige tilgange og dermed kan rumme elevernes forskellige læringsstile.

## 2 Mål og faglige begreber

Af den samlede faglighed i teknologiforståelsesfaget integrerer matematik elementer fra alle fire kompetenceområder fra faget teknologiforståelse i det nye kompetenceområde "teknologiforståelse". I dette forløb er der fokus på færdigheds og vidensområdet "Programmering".

| KOMPETENCEOMRÅDER                                  | MATEMATISKE KOMPETENCER   | GEOMETRI OG MÅLING  | PROGRAMMERING:   |
|--|---|---|--|
| Kompetencemål<br>(efter 3. klassestrin)            | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Eleverne har viden om enkle ræsonnementer knyttet til undersøgende arbejde</li> <li>■ Eleverne kan mundtligt og skriftligt kommunikere varieret med og om matematik</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Eleven kan anvende geometriske begreber plane figurer</li> </ul>   | <p>Teknologisk handleevne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Eleven kan handle hensigtsmæssigt med digitale teknologier i afgrænsede situationer fra deres hverdag</li> </ul>                                      |
| Færdigheds- og vidensmål<br>(efter 3. klassestrin) | <p>Ræsonnement og tankegang</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Eleven kan give og følge uformelle matematiske forklaringer</li> </ul>   | <p>Geometriske egenskaber og sammenhænge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Eleven kan kategorisere plane figurer efter geometriske egenskaber</li> <li>■ Eleven har viden om geometriske egenskaber ved plane figurer</li> <li>■ Eleven har viden om vinkeltyper og sider i enkle polygoner</li> <li>■ Eleven kan kategorisere polygoner efter sider og vinkler</li> </ul> | <p>Programmering:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Eleven kan følge og tilrette simple programmer</li> <li>■ Eleven har viden om grundlæggende konstruktioner i programmeringssprog baseret på ikoner</li> </ul> |
|  | <p>Kommunikation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Eleven kan deltage i mundtlig og visuel kommunikation med og om matematik</li> </ul>  | <p>Placeringer og flytninger</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Eleven kan beskrive objekters placering i forhold til hinanden</li> <li>■ Eleven har viden om angivelse af</li> </ul>   |  |

| KOMPETENCEOMRÅDER | MATEMATISKE KOMPETENCER | GEOMETRI OG MÅLING      | PROGRAMMERING: |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|
|                   |                         | placeringer i gitternet |                |

Vær opmærksom på, at målene i ovenstående tabel er mål for elevernes læring efter 3. klasse, og de konkrete læringsmål skal tilpasses til elevernes faglige niveau i 1. klasse på skolen. Herunder fremgår konkretiserede læringsmål for forløbet, som kan danne grundlag for en eventuel yderligere tilpasning af den enkelte lærer inden forløbet gennemføres.

### Konkretiserede læringsmål

- Eleverne kan kategorisere polygoner
- Eleverne kender til matematikfaglige ord, der kan beskrive egenskaber ved polygoner i planen
- Eleverne kan opdage ligheder og forskelle ved polygoner
- Eleverne kan programmere Bee Bots, så de lander der, hvor de ønsker i et gitternet.
- Eleven kan programmere Bee Bots og koble figuren på landingsfeltet med geometriske egenskaber hos et bestemt polygon
- Eleverne kan ræsonnere sig frem til forskellige og sammenfaldne egenskaber ved simple polygoner

### Førfaglige ord

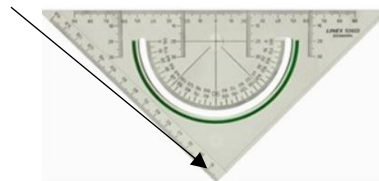
Ens, lige, forskellig, side, egenskab, hjørner.

### Faglige begreber

Trekanter, firkanter, polygoner, lige lange sider, sider med forskellig længde, en vinkel større end ret, en vinkel, der er mindre end en ret, parallelle sider, geometriske egenskaber.

Som et oplæg til polygoner kan der sættes fokus på antal kanter og antal hjørner. Der kan introduceres til rette vinkler ved at trække på noget velkendt fra deres hverdag fx hjørnet af deres skrivebord, eller hjørnet til døren af klassen. Ud fra dette kan der også introduceres til antal af rette vinkler i firkanter og trekanter.

Alternativt kan en geometritrekant eller lign. hjælpemiddel bruges til definition af en ret vinkel. Den rette vinkel danner udgangspunkt for at tale om en vinkel, der er mindre end en ret (den kalder vi senere spids) og en vinkel, der er større end en ret (den kalder vi senere stump). Der introduceres ikke til 90 grader.



### Teknologifaglige begreber

Kommandoer, programmering, algoritmer

Definitioner på teknologifaglige begreber kan findes på:

<https://emu.dk/grundskole/teknologiforstaelse/ordliste>

## 3 Forløbsnær del

### 3.1 Introfase: Forforståelse og kompetencer

Eleverne skal som en del af introfasen arbejde med QR-koder. Her skal eleverne gå rundt i klassen eller på skolen, hvor de scanner QR-koder med forskellige polygoner ved hjælp af app'en. QR-koden giver mulighed for, at linke til materiale fx i form af en video eller et billede. Når eleverne scanner QR-koden vil der komme en videoforklaring frem med kendetegn og egenskaber ved den valgte polygon.

- Der er udarbejdet 11 billeder bestående af 3-kanter, 4-kanter, 5-kanter, 6-kanter og 7-kanter.
- Når eleverne scanner QR-koden vil der komme en lille videoforklaring med fokus på geometriske egenskaber (sider og hjørner).
  - Ved 5-kanten er der ikke nogen forklaring. Her får eleverne stillet opgaven med at tælle sider og hjørner. Dette kan de enten skrive ned eller huske til opsamlingen på klassen.

#### 3.1.1 Varighed

1 lektion a 45 min.

#### 3.1.2 Komplekst problemfelt

Ved at arbejde med egenskaber ved figurer i planen gennem analoge og digitale processer inden for stofområdet geometri, så får eleverne erfaringer med at visualisere og synliggøre de delelementer, som algoritmer kan nedbrydes i. De erfaringer udgør en væsentlig ressource i forhold til elevernes forståelse og mestring af basal programmering, kodning og konstruktion.

Geometriske former som polygoner og andre mønstres opbygning, systematik og udtryk ser på et meget lille udsnit af et større problemfelt vedrørende mere kompleks programmering. Programmering handler om processen med at skrive programmer, der kan læses af en computer. Programmering kan fx anskues som modellering af fænomener og kræver grundlæggende færdigheder inden for data, algoritmer og strukturering.

#### 3.1.3 Problemstilling

Hvad kendetegner en polygon, og hvilke egenskaber har de forskellige polygoner? Hvordan programmeres en Bee Bot til at lande på et bestemt felt?

#### 3.1.4 Materialer

- Arbejdsark: QR-koder Polygoner (A1) printes og hænges op.
- App installeret: Barcode scanner – der er flere gratis apps til både App Store og i Google Play.

#### 3.1.5 Iscenesættelse/scenarie:

Forløbet indledes med at få sporet eleverne ind på forløbets emne og mål samt at få aktiveret elevernes forforståelse. Elevernes forforståelse handler netop om, hvad de ved i forvejen, så de kan sætte ord og begreber i spil fra begyndelsen i sammenhæng med de nye faglige begreber.

Lærer: Hvad kender vi af figurer?

Eleverne: cirkler, trekanter, firkanter, stjerner osv.

Lærer: Hvad hedder sådan en? (peger på en polygon).

Læreren introducerer til emnet, og dernæst får eleverne lov til at gå på jagt efter billeder af polygoner.

Lærer: Kig rundt i lokalet. Kan du finde?

### 3.1.6 Afrunding

Der samles kort op i klassen ved at spørge ind til nogle af egenskaberne og kendetegne for de enkelte polygoner. Er der nogen kendetegn og egenskaber der går igen? Fx antal af hjørner og sider?

Læreren tegner og skriver navne på de geometriske figurer, eleverne kender nu, på tavlen.

Logbog: I logbogen tegner eleverne figurerne og skriver navnene på figurerne, som de står på tavlen.

## 3.2 Fagligt loop: Sømbret og Geoboard

### Introduktion

Eleverne skal ved hjælp af sømbret eller sømbretspapir konstruere polygoner, de kender fra deres hverdag.

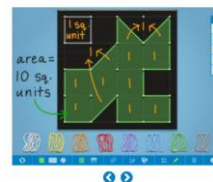
### Varighed

2 lektioner a 45 min.

### Materialer

- Arbejdsark: Hverdagsbilleder af polygoner (A2)
- Geoboard hentes til Chromebook, eller åbnes i en browser.  
<https://www.mathlearningcenter.org/resources/apps/geoboard>
- Sømbret
- Sømbretspapir
- Evt. GeoGebra som browserversion eller som app. Programmet kan hentes til både PC, Chromebook og tablet.

Geoboard for iPad, Web, and More



Available online or for download

Open Web App

Apple App Store

Chrome Store

Figur 2 Geoboard

### Iscenesættelse/scenarie:

Loopet kan iscenesættes ved at spørge ind til, om eleverne selv kan komme i tanke om ting fra deres hverdag, der kan forbindes med polygoner. Det kan være, man går en tur rundt om skolen eller ser, hvad man kan finde i klasselokalet, der vil kunne karakteriseres som værende polygoner. Ligeledes kan der tages udgangspunkt i de polygoner eleverne arbejder med ved hjælp af QR-koder, som de skal prøve at danne på deres sømbret analogt som digitalt.



## Aktivitet

Billeder af hverdagsting med geometriske former, som de skal prøve at lave formen af på de forskellige sømbrætter både analogt og digitalt. Opgaven kan laves individuelt eller i grupper to og to.

Eleverne trækker et kort, hvorefter de tæller antallet af polygoner, de kan få øje på, og de prøver at navngive dem. Dernæst laver de polygonerne på sømbrættet, hvor de evt. kan skiftes til i gruppen at lave det analogt eller digitalt.

Herefter laver eleverne opgaver til hinanden, hvor de laver en tegning på sømbrætpapir bestående af forskellige polygoner fx et hus. Dernæst skal en klassekammerat lave det digitalt i Geoboard. Denne opgave kan også udføres ud fra en algoritmisk tankegang ved, at den ene elev først laver en polygon på sømbrætpapir, som den anden ikke må se. Dernæst skal han/hun guide klassekammeraten til at sætte elastikkerne i Geoboard. Fx start nede i venstre hjørne, sæt en elastik (træk elastikken med), gå 2 frem, sæt en elastik, drej til højre, gå 2 frem, drej til højre, sæt en elastik, gå 2 frem, drej til højre, sæt en elastik, gå 2 frem. Eleverne vil her kunne udføre dette ved at skrive opgaven ned som en algoritme med pile:

:↑↑↑↑ :↑↑↑↑ :↑↑↑↑ :↑↑↑↑. Prikkerne illustrer i dette tilfælde at de skal sætte en elastik der skal trækkes med.

## GeoGebra

Eleverne skal i forløbene til 2. klasse arbejde med GeoGebra, det ville derfor være relevant at introducere til dette i forbindelse med dette forløb. Det muligt at arbejde med digitale sømbræt i Geogebra, flere læremidler har udarbejdet læringsmateriale hertil. Det er også muligt at benytte følgende:

<https://www.geogebra.org/classic/xj4udyv3>

Princippet er det samme som i Geoboard, hvor sømbrættet kan bruges til at lave opgaverne med elastikker. Der skal klikkes på symbolet/ikonet for polygon og dette kan derefter bruges som "elastik". For at lukke "elastikken" igen, skal der stoppes i sammen punkt som der blev startet.



Figur 3 QR-kode til GeoGebra sømbræt

## Afrunding

Eleverne ved nu, hvad der kendetegner en polygon, og hvor mange kanter og vinkler fx en 9-kant har. De skal derefter i Geoboard tegne en 3-kant, 6-kant osv.

I kan også forsøge jer med at konstruere den mindste polygon, der er mulig, og konstruere den størst mulige polygon.

Herefter kan der tales om, hvilke muligheder og forskelle der er ved henholdsvis et analogt vs. Digitalt sømbræt.

Ex.

Analogt

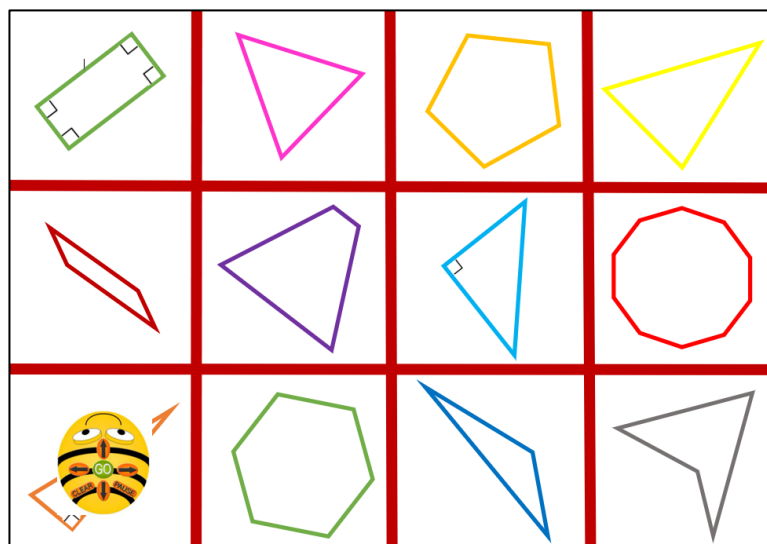
- Det er noget man kan have i hænderne (finmotorik)

Digitalt

- Det er nemt at trække elastikkerne
- Der kan bruges mange forskellige farvede elastikker
- Der er altid elastikker til rådighed
- Flere forskellige designs af sømbræt

## Bee-bot og polygoner

- Eleverne skal som introduktion til forløbet programmere en Bee Bot eller en lignende robot.
- Eleverne skal erfare, at ved at koble kommandoer, kan robotten programmeres til at lande på et hvilken som helst felt på gitternettet.
- Eleverne skal udvikle færdigheder i og forståelse for, at polygoner kan kategoriseres i forhold til deres geometriske egenskaber af kanter og hjørner.



Figur 4 Gitternet med simple polygoner (A3) og Bee Bots i udgangsposition

### Varighed

2 lektion a 45 min.

### Materialer

- Arbejdsark: Simple polygoner (A3) fig. 3 printes, klippes ud og sættes sammen til et gitternet. De kan evt. sættes i plastlommer beregnet til Bee bots. Pga. størrelsen 15x15 cm er det kun muligt at have et felt på et A4-papir.
- Bee bots

### Iscenesættelse/scenarie:

Lad eleverne undersøge, hvilke figurer de kan lave med en Bee Bot. Der kan som udgangspunkt sættes et kryds på gulvet enten med tape eller med kridt – eleverne skal nu undersøge hvordan de kan få Bee Bot tilbage til udgangspunktet. Hertil kan de tegne Bee bots rute på et papir eller med kridt efter den. Hvad fandt de ud af?

Spørgsmål der kan tages udgangspunkt i:

- Hvordan drejer en Bee bot?
- Hvilke figurer kan vi lave?
- Hvor mange kanter fik I lavet på jeres figur? (her kan de vise for hinanden, hvilke figurer de fik dannet).

### Aktivitet: kendetegn ved kvadrater og rektangler

Lad eleverne undersøge, om Bee botten kan lave først et kvadrat og dernæst et rektangel.

- Hvor lille et kvadrat kan de lave?

- Hvor stor et kvadrat kan de lave? (Vigtigt at huske at Bee bot kun kan lagre op til 40 kommandoer)
- Hvor lille et rektangel kan de lave?
- Hvor stor et rektangel kan de lave?

Dernæst kan I tage en samtale på klasse i forhold til om det er muligt at lave en regel for en algoritme for henholdsvis et kvadrat og et rektangel.

**Kvadrat:**

Her vil Bee bot skulle gå lige mange gange frem, hver gang den har drejet til den er tilbage til sit udgangspunkt:  $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ . Det kan være eleverne kan se der tegner sig et mønster for, hvordan algoritmen for et kvadrat kan se ud. Lav flere forskellige algoritmer for et kvadrat på tavlen.

**Rektangel:**

Her vil Bee bot skulle gå lige mange gang frem på to af siderne:

$\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ . Det kan være eleverne kan se der tegner sig et mønster, for hvordan algoritmen for et rektangel kan se ud. Lav flere forskellige algoritmer for et rektangel på tavlen.

Lad dernæst eleverne afprøve reglerne med Bee bots og lav en opsamling på klassen.

### Aktivitet: kendetegn ved polygoner (mange-kanter)

Der startes med en samtale om de forskellige polygoner: Hvor mange kanter har de forskellige figurer? Hvor mange 3-kanter? 4-kanter? Osv. hvorfor er det ingen 2-kanter? Hvordan kan man kende forskel på de forskellige 3-kanter? 4-kanter? Osv. og af den vej uformelt introducere/snakke om rette hjørner, parallelle kanter, lige lange kanter osv.

Placer Bee Botten i udgangsposition på gitternettet (Udgangsposition er altid med front opad). Undersøg hvordan du får robotten til at bevæge sig rundt i gitteret. Brug arbejdsark: Simple polygoner (A3).

En kombination af kommandoer kaldes en algoritme. En algoritme kan beskrives som en kombination af pilene i figur 5.



Figur 5 Forskellige kommandoer til Bee Bots - fra arbejdsark robotkort: [https://tekforsøget.dk/forlob/fag\\_matematik/](https://tekforsøget.dk/forlob/fag_matematik/)

Undersøg, hvor mange kommandoer, du skal bruge for at komme fra ex udgangsposition på den orange trekant til ex den røde 10-kant.

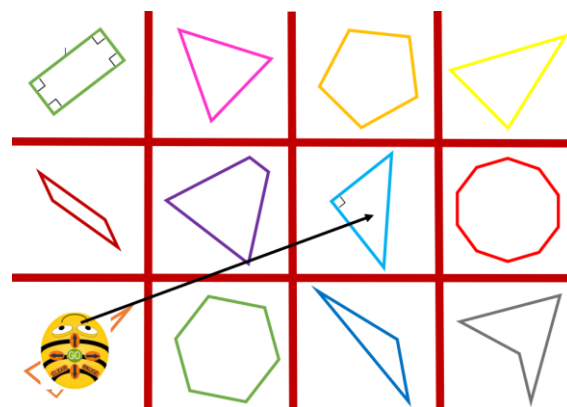
Ex kan én algoritme fra udgangsposition på den orange retvinklede trekant til den lyseblå retvinklede trekant beskrives som:  $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ . I alt bruges der i denne algoritme 5 kommandoer. En anden kommando kan være  $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ , her bruges der 9 kommandoer til at nå fra udgangsposition på den orange retvinklede trekant til udgangsposition på den lyseblå retvinklede trekant.

## Aktivitet

Instruktionen til eleverne kan lyde: Undersøg, om du kan komme fra udgangsposition på den orange retvinklede trekant til udgangsposition på den lyseblå retvinklede trekant på flere måder. Hvor mange måder kan du finde? Lad eleverne beskrive algoritmerne for hinanden. Hver gruppe skriver deres algoritme ned, og lader andre elever afprøve den. Kan robotten gå en omvej? Hvor kort kan turen være? Hvor lang kan du lave turen?

Sæt robotten i udgangsposition på femkanten. Hvordan kommer den hen til den røde firkant?

Hvis du står i udgangsposition på den orange retvinklede trekant og har  $4 \cdot \uparrow$  og  $1 \cdot \rightarrow$ , på hvilke polygoner kan robotten så lande (hvis du skal bruge alle kommandoer/hvis du selv må bestemme, hvor mange du anvender)? osv. Beskriv figuren Bee Botten lander på med matematikfaglige begreber ex hvor mange sider har figuren? Hvor mange hjørner? Har den rette eller stumpe vinkler? Osv.



Figur 6 Arbejdsark: Simple polygoner (A3)

Formuler flere åbne udfordringer, der skal få eleverne til at blive fortrolige med programmering af robotten til at navigere i gitternettet. Det er en god øvelse at ændre startfeltet, men vær bevidst om, at udgangspositionen altid er den samme (med front opad).

Elevernes begrebsforståelse kan udvikles ved at lave en progression i den måde polygonerne beskrives. Ex kan det røde parallelogram, omtales som; den røde firkant, firkanten, hvor siderne to og to er parallelle, den firkant, hvor siderne to og to er lige lange, firkanten uden rette vinkler, et parallelogram osv. Farverne kan være en hjælp til de svage elever, men efterhånden bliver det polygonens geometriske egenskaber, der skal være kendetegn for figurens udseende.

## Afrunding

Rund introen af med en klassesamtale, hvor I taler om de forskellige tilgange til at komme fra et polygon til en anden. Hvordan kan man udfordre sig selv? Har nogen fundet en strategi til at lave algoritmer?

Hvordan kan de forskellige polygoner beskrives. Få forskellige formuleringer og kendetegn op på klassen. Eleverne skal blive bevidste om, at der er flere måder, hvorpå en figur kan beskrives ved hjælp af en kategorisering af fx kanter og hjørner. Læg særlig vægt på:

- ret hjørne
- lige lange kanter
- parallelle kanter
- spidst hjørne (mindre end en ret)
- stumpet hjørne (større end en ret)

osv.

## 3.3 Udfordrings- og konstruktionsfase

### 3.3.1 Varighed

4 lektioner a 45 minutter

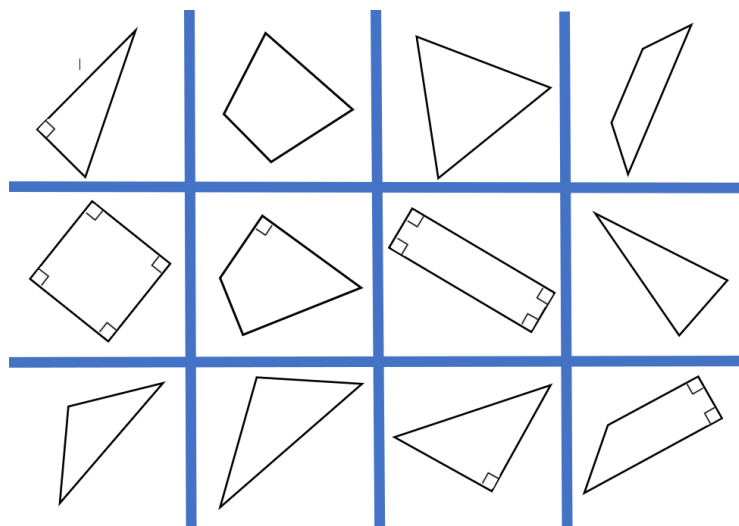
### 3.3.2 Materialer

Print arbejdsark: Trekanter og firkanter (A4). Print, klip ud og sæt sammen som et gitternet som vist til højre (for at opgave A5 passer).

### 3.3.3 Konkret udfordring 1: Klassificering af trekanter og firkanter efter geometriske egenskaber

Lad eleverne være sammen i grupper på to eller tre.

Lad eleverne skiftevis programmere Bee-botten, så den bevæger sig mellem figurer, der har samme geometriske egenskaber.



Figur 7 Arbejdsark: Trekanter og firkanter (A4)

Ex

*Trekanter:*

Placer Bee-botten i udgangsposition på en selvvalgt trekant. Eleverne skiftes til at programmere Bee-botten så den lander på en anden trekant i udgangsposition. De bliver ved med at skiftes, til de mener Bee-botten har stået på alle trekanter.

### 3.3.4 Faglige loop 1: Andre sammenfaldne geometriske egenskaber

Idéer til andre klassificeringer:

- polygoner med rette hjørner
- polygoner med mere end fire kanter
- polygoner, der har mindst to lige lange kanter
- polygoner, der ikke har et ret hjørne

Lad eleverne selv finde på andre klassificeringer.

### 3.3.5 Konkret udfordring 2: Hvilke egenskaber har polygonerne tilfælles

Print og klip kortene fra arbejdsark: Polygon med kodning (A5). Lad eleverne i grupper på skift trække et kort. Stil Bee-botten i udgangsposition på polygonen. Lad eleven programmere Bee-botten med den skrevne algoritme. Eleven skal forudsige, hvilken figur Bee-botten lander på, og

hvilken/hvilke egenskaber de to figurer har til fælles. Bee-botten sættes i gang og polygonen, hvorpå Bee-botten lander, tegnes nederst på kortet. Den fælles egenskab på de to figurer markeres.

### 3.3.6 Faglige loop 2: Polygoner med forskellig geometrisk egenskab

Lad eleverne selv lave kort med en startfigur og en algoritme, arbejdsark: Polygon med kodning (blank) (A6). De skal blive opmærksomme på polygoner med forskellig geometriske egenskaber og anvende deres erfaringer med kodning fra introfasen.

Eleverne tegner et polygon fra A4 øverst på kortet, hvis ikke eleverne kan tegne figurerne selv, kan de klippe den ud, og lime dem på. Det gør ingenting, at figurerne ikke vender som på arket, det skærper i højere grad betydningen af figurens geometriske egenskaber. Lav derefter en algoritme, så Bee-botten lander på en figur, der har en anden geometrisk egenskab end startfiguren. Begrund hvorfor de to figurer har forskellige egenskaber. Udfordre eleverne, så det ikke kun bliver ved trekanter versus firkanter. Få egenskaber i spil som: forskellige vinkler, forskellige sidelængder, sammensætning af form og vinkler eller form og sider mm. Ex ”De er begge firkanter, men den ene har fire rette vinkler og den anden har kun to”, eller ”I den ene figur er alle vinkler ens og i den anden er alle forskellige”. I hvor mange figurer gælder det egentlig?

Lad eleverne afprøve hinandens kort med startfigur og algoritme. Hvilke forskellige egenskaber har de to figurer? Var det de samme egenskaber de to grupper har haft i tankerne?

## 3.4 Feedbackloops

### 3.4.1

Efter hver udfordring samles der op på klassen. Det er centralt, at eleverne får lov til at tale om deres forståelse af dels de forskellige geometriske egenskaber og opbygning af algoritmen. Der erfaringsudveksles eleverne i mellem, og ”gode” matematiske kendetegn og egenskaber skrives op på tavlen.

## 3.5 Outrofase: Konstruktion af figurer med sammenfaldne egenskaber

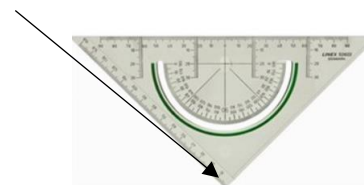
Eleverne skal selv konstruere polygoner med forskellige geometriske egenskaber. Det kan gøres på blankt papir med lineal og geometritrekant.

### 3.5.1 Varighed

2 lektioner a 45 minutter

### 3.5.2 Materialer

- Print arbejdsark: Egenskabskort (A7) klippes ud.
- Blankt papir
- Geometritrekant



### 3.5.3 Konstruktion af polygoner med givne egenskaber

Eleverne introduceres til på blankt papir at:

- afsætte en ret linje mellem to punkter med en lineal
- tegne en ret vinkel i et punkt med en geometritrekant eller lignende hjælpemiddel
- tegne to parallelle linjer med en lineal (hold linealen stille og tegn en linje på begge sider)

Lad eleverne gruppevis trække et kort fra arbejdsark: Egenskabskort (A7). Eleverne skal i gruppen konstruere forskellige polygoner med den givne egenskab. Grupperne opfordres til at lave mere end et polygon med den givne egenskab og overveje, om alle tænkelige polygoner, kan konstrueres, eller om egenskaben sætter nogle begrænsninger. Ex trækkes kortet med en ret vinkel. Der kan stilles følgende undersøgelsesspørgsmål: Hvilke polygoner kan du konstruere, som har en ret vinkel? En trekant, en firkant en femkant osv.? Hvad gælder om de resterende vinkler i en trekant? Er de mindre eller større end den rette vinkel? Hvordan forholder det sig med de resterende vinkler i en firkant? Er de større eller mindre end den rette? Kan alle vinkler være mindre, kan alle være større?

Ex trækkes kortet med parallelle linjer. Der kan stilles følgende undersøgelsesspørgsmål: Hvilke polygoner kan du konstruere, som har parallelle linjer? En trekant, en firkant en femkant osv.? Hvorfor kan man ikke fremstille en trekant, hvor to af siderne er parallelle? Lad eleverne komme med deres egne forklaringer og ræsonnementer. Hvad gælder om de resterende sider i ex en firkant? Er de også nødvendigvis parallelle? Hvis de er, hvad gælder så om hjørnerne?

Aktiviteten kan udvides til at grupperne trækker to egenskabskort. Hvor mange polygoner kan du konstruere med disse to egenskaber? Er der nogle begrænsninger?

Ex. Trækkes firkant og to rette vinkler. Hvor mange forskellige typer af firkanter, kan du konstruere, hvis den præcis, skal have disse to egenskaber? Hvad gælder i så fald om de sidste to vinkler, er de mindre eller større end en ret? Hvad gælder om firkantens sider, hvis de to rette vinkler er nabovinkler? Hvis de ligger overfor hinanden? Hvad gælder der om siderne? Kan alle sider være lige lange? Hvorfor ikke? Osv.

Det kan også være en idé, at klassen konstruerer ud fra de samme egenskabskort. Det bliver dermed i højere grad muligt at få de forskellige mulige konstruktioner op på tavlen, og stille undersøgelsesspørgsmålene i plenum. Hvis eleverne bliver vant til at stille sig selv disse spørgsmål til polygoners egenskaber, arbejdes der med udvikling af deres ræsonnementskompetence indenfor plangeometri.

### 3.5.4 Fremlæggelse og introspektion

Eleverne vælger et antal egenskabskort, og konstruerer forskellige polygoner med disse egenskaber via Geoboard.

De fremlægger deres konstruktioner for hinanden, hvor de i fremlæggelsen skal gøre rede for konstruktionens fremgangsmåde, samt hvilke overvejelser, de har gjort om at opfylde polygonens egenskaber. Og overvejelser omkring eventuelle begrænsninger for konstruktion af enkelte polygoner.

Ex ”det er ikke muligt at konstruere en firkant med kun to rette vinkler, hvor alle sider skal være lige lange. Fordi, hvis alle sider skal være lige lange, vil de to sidste vinkler også være rette.”

Følgende spørgsmål kan lægge op til samtale på klassen:

- Hvilke overvejelser gjorde I jer, da I skulle trække et kort? Hvilke polygoner fik I konstrueret?
- Hvilke overvejelser gjorde I jer, da I skulle trække to kort? Var det nemmere eller svære at konstruere polygonerne? Hvilke polygoner fik I konstrueret?
- Hvilke overvejelser gjorde I, da I trak kortet med to rette vinkler? Hvor mange forskellige og hvilke polygoner kunne I konstruere?
- Hvordan kan jeg på Geoboardet eller sømbrættet sikre mig at jeg har to parallelle sider?
- Hvordan kan jeg på Geoboardet eller sømbrættet se om vinklen er ret, stump eller spids?

## 4 Perspektivering

### 4.1 Evaluering

Med afsæt i forløbets faglige aktiviteter og feedbackloop, har læreren mulighed for at identificere de tegn på læring, som er til stede i forløbet. Samtalerne i de forskellige loopsituationer er væsentlige for lærerens opgave med at vurdere, hvad eleverne har lært i den samlede opgave, hvad der bør samles op på fremadrettet - og ikke mindst, hvordan elevernes opnåede erfaringer og viden kan sættes i spil i andre forløb eller perspektivere til andre forløb i fx natur/teknologi.

I løbet af forløbet kan følgende vurderes i forhold til elevernes udbytte:

- Hvordan er sammenhængen mellem begreber fra introfasen til brugen af dem i konstruktionsfasen?
- Kan eleverne agere kreativt i forhold til problemstilling og faglige begreber?

I lærerens logbog kan lærere notere systematiske optegnelser af iagttagelser af tegn på elevens læring undervejs i feedbackloops og ved fremlæggelsen af deres konstruerede polygoner bl.a. ud fra målene for forløbet:

- Eleverne kan kategorisere polygoner
- Eleverne kender til matematikfaglige ord, der kan beskrive egenskaber ved polygoner i planen
- Eleverne kan opdage ligheder og forskelle ved polygoner
- Eleverne kan programmere Bee Bots, så de lander der, hvor de ønsker i et gitternet.
- Eleven kan programmere Bee Bots og koble figuren på landingsfeltet med geometriske egenskaber hos et bestemt polygon
- Eleverne kan ræsonnere sig frem til forskellige og sammenfaldne egenskaber ved simple polygoner

### 4.2 Progression

Forløbet *Polygoners geometriske egenskaber* bygger videre på forløbet *Hvad er en robot*. Ligeledes udvikler dette forløb elevernes begyndende forståelse for matematiske fagudtryk relateret til fagområdet geometri. Eleverne skal i dette forløb udvikle deres forståelse om robotter og algoritmisk tænkning og koble dette sammen med matematiske fagudtryk. Som en progression til dette forløb, kan man i appen *Blue Bot* programmere Blue bot til at gå i en vinkel af  $45^\circ$ , der vil dernæst være muligt at lave flere former for polygoner med Blue bot. Dette kan også udføres i appen uden brug af Blue bot.



### 4.3 Differentieringsmuligheder

Under de enkelte forløb er der beskrevet differentieringsmuligheder for de enkelte opgaver. Det vil for nogle elever være nok at kunne kende forskel på de enkelte polygoner ved at tælle kanter og hjørne, hvor andre elever godt vil kunne begynde at benytte matematikfaglige udtryk som parallelle sider, spids vinkel, stump vinkel, ret vinkel osv.